



#3 7-12-00
2825

P/1071-985

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Takahiro OGUCHI

Date: June 21, 2000

Serial No:09/548,414

Group Art Unit:

Filed:April 13, 2000

For:MANUFACTURING METHOD OF EXTERNAL FORCE DETECTION SENSOR

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

In accordance with 35 U.S.C. §119, Applicant confirms the request for priority under the International Convention and submits herewith the following document in support of the claim:

Certified Japanese Registration No.

11-111298 Filed April 19, 1999 and

2000-026139 Filed February 3, 2000

RECEIVED
JUN 29 2000
TECHNOLOGY CENTER 2800

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231 on June 21, 2000:

Respectfully submitted,

Martin Pfeffer

Name of applicant, assignee or
Registered Representative

Signature

June 21, 2000

Date of Signature

Martin Pfeffer

Registration No.: 20,808

OSTROLENK, FABER, GERB & SOFFEN, LLP
1180 Avenue of the Americas

New York, New York 10036-8403

Telephone: (212) 382-0700

MP:drl



日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 4月19日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第111298号

出願人

Applicant (s):

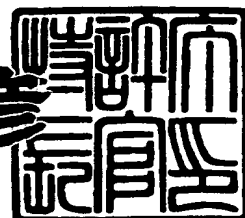
株式会社村田製作所

RECEIVED
JUN 29 2000
TECHNOLOGY CENTER 2800

2000年 3月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3012917

【書類名】 特許願

【整理番号】 28-0966

【提出日】 平成11年 4月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 29/84
G01L 19/00

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 小口 貴弘

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

 【代表者】 村田 泰隆

 【電話番号】 075-955-6731

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005304

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 外力検知センサの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、

前記素子基板のドライエッチングに用いるエッチングストップ層として導電性材料を用いることを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【請求項 2】 素子基板の中央部の裏面側に凹部を形成すると共に表面側にメンブレンを形成する工程と、前記素子基板の凹部の天面に導電性材料からなるエッチングストップ層を設ける工程と、前記素子基板の裏面側を支持基板に接合する工程と、前記素子基板のメンブレンをドライエッチングして、センサ素子を形成する工程と、を含む外力検知センサの製造方法。

【請求項 3】 素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、

前記素子基板とこの素子基板を支えるダミー支持基板との間に、導電性材料からなるエッチングストップ層を介在させたことを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、角速度センサ、加速度センサ、圧力センサなどの外力検知センサの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の外力検知センサの製造方法の一例として、角速度センサの製造方法について、図 10 から図 14 を参照して説明する。

【0003】

図 10 において、1 は単結晶のシリコン基板よりなる素子基板である。RIE (反応性イオンエッチング) などのドライエッチング技術を用いて、素子基板 1

の裏面側の中央部に矩形状の凹部 1 a を形成すると共に、この凹部 1 a の天面部に厚みが 20 ~ 3 0 μ m のメンブレン 1 b を形成する。

【 0 0 0 4 】

図 1 1 において、素子基板 1 の凹部 1 a の天面に、CVD（化学気相成長）などの成膜手段を用いて、酸化シリコンよりなるエッチングストップ層 2 a を設ける。

【 0 0 0 5 】

図 1 2 において、素子基板 1 の裏面に、パイレックスガラス基板よりなる支持基板 3 を陽極接合する。

【 0 0 0 6 】

図 1 3 において、フォトリソグラフィ法および RIE を用いて、素子基板 1 のメンブレン 1 b をドライエッチングして、図 1 5 に示す角速度センサ 1 0 のセンサ素子を形成する。このセンサ素子は、固定電極 4 a、5 a、固定櫛歯電極 3 b、3 c、振動体 2 1 などよりなる。また、4 b は固定櫛歯電極 3 b、3 c と振動体 2 1 との間に形成されたエッチング溝で、5 b は振動体 2 1 の中に形成された長形状のエッチング孔である。

【 0 0 0 7 】

図 1 4 において、バッファフッ酸水溶液を用いて、エッチングストップ層 2 a をウエットエッチングして除去する。これにより、振動体 2 1 などの可動部は凹部 1 a 上にあって自由振動可能となる。

【 0 0 0 8 】

つぎに、図 1 5 を参照して、角速度センサ 1 0 の構造について説明する。

2 1 は角速度センサ 1 0 の負荷質量となる矩形状の振動体で、その面内に長形状のエッチング孔 5 b を 2 つ備えている。その 4 辺の端面には、複数の可動電極 2 b、2 c、2 d、2 e がそれぞれ形成されている。

【 0 0 0 9 】

また、振動体 2 1 の 4 つの角部からは、L 字型に屈曲した 4 本の梁 2 f が伸びて固定部 2 g に結合している。この固定部 2 g は、支持基板 3 の四隅部に形成されている。そして、振動体 2 1 は、これらの 4 本の梁 2 f を介して固定部 2 g に

支持され、これらの梁 2 f の撓みにより X Y 方向に自由振動可能になっている。

【0 0 1 0】

更に、可動電極 2 b ~ 2 e は、それぞれ固定電極 3 b ~ 3 e と間隙を介して噛み合っている。そして、可動電極 2 b と固定電極 3 b とでコンデンサ 4 が形成される。また、可動電極 2 c と固定電極 3 c とでコンデンサ 5 が形成される。また、可動電極 2 d と固定電極 3 d とでコンデンサ 6 が形成される。さらに、可動電極 2 e と固定電極 3 e とでコンデンサ 7 が形成される。なお、固定電極 3 b ~ 3 e は、支持基板 3 の 4 辺側の中央部に形成された矩形状の固定部 4 a、5 a、6 d、7 e にそれぞれ結合している。

【0 0 1 1】

上記の振動体 2 1、可動電極 2 b ~ 2 e、梁 2 f は角速度センサ 1 0 の可動部分を構成し、また、固定部 2 g、固定電極 3 b ~ 3 e、固定部 4 a、5 a、6 d、7 e は角速度センサ 1 0 の固定部分を構成する。

【0 0 1 2】

つぎに、図 1 5 に示す角速度センサ 1 0 の動作について説明する。固定部 2 g をグランドに接続して動作させるので、振動体 2 1 および可動電極 2 b ~ 2 e もグランドに接続される。

【0 0 1 3】

コンデンサ 4 とコンデンサ 5 に交互に電圧を印加して、振動体 2 1 を静電吸引力により X 軸方向に振動させる。このように、振動体 2 1 が振動しているときに、角速度センサ 1 0 が振動体 2 1 の中心を通る Z 軸を中心にして回転すると、振動体 2 1 はこの回転力により生じたコリオリ力を受けて Y 軸方向にも振動するようになる。この Y 軸方向への振動成分をコンデンサ 6、7 で容量変化として検出し、これらの変化容量を電圧変換して差動増幅することにより角速度を求める。

【0 0 1 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の外力検知センサとしての角速度センサ 1 0 の製造方法においては、図 1 3 に示すように、振動体 2 1 などのセンサ素子を形成するために、素子基板 1 をドライエッチングするとき、マイクロローディング効果のため

に、被エッチング孔の寸法の大小により、エッチング速度が相違することになる。即ち、大きな寸法のエッチング孔 5 b は早く貫通エッチングされ、小さな寸法のエッチング溝 4 b は遅く貫通エッチングされる。それで、全てのエッチング時間は、最小の寸法の、例えばエッチング溝 4 b のエッチング時間である最大のエッチング時間に合わせられる。

【0015】

エッチングガスのうち電子は、エッチング溝 4 b および孔 5 b をエッチングするに当たり、直進するもの以外にエッチング溝 4 b および孔 5 b の側壁に照射するものもあって、図 13 に示すように、エッチング溝 4 b および孔 5 b の側壁をマイナス（-）に帯電させる。また、プラスイオンは、エッチングが進行してエッチング溝 4 b および孔 5 b が貫通してエッチングストップ層 2 a に達すると、該エッチングストップ層 2 a をプラス（+）に帯電させる。そして、引き続きエッチングがエッチングストップ層 2 a に対して行われると、エッチングガスの直進するプラスイオンは、プラスに帯電しているエッチングストップ層 2 a のプラス電荷により反発され、かつ、マイナスに帯電しているエッチング溝 4 b および孔 5 b のマイナス電荷に吸引されて、エッチングストップ層 2 a と接しているエッチング溝 4 b および孔 5 b の側面部に湾曲して照射され、ノッチ n を形成することになる。このノッチ n が形成されると、センサ素子部分の表裏が均等な形状に形成されず、出力感度の一定した外力検知センサを製造することができない。

【0016】

そこで、本発明は、エッチングガスによるノッチの形成を防止して、出力感度の一定した外力検知センサの製造方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、前記素子基板のドライエッチングに用いるエッチングストップ層として導電性材料を用いるものである。

【0018】

この発明は、素子基板の貫通ドライエッチングにおいては、径の異なる孔また

は幅の異なる溝などが一緒に形成される。ドライエッチングの速度は、孔または溝の寸法の大小に依存する。大きな寸法の孔または溝は、マイクロローディング効果により、ドライエッチング速度が大きくなり、小さな寸法の孔または溝よりも速く貫通エッチングが完了する。

【0019】

しかし、全体のエッチングは、小さな寸法の孔または溝が貫通するまで行わなければならないので、その間、ドライエッチングガスの照射から保護すべきセンサ素子部分は、貫通した大きな孔または溝を通して侵入するエッチングガスに曝されて損傷を受けることになる。このセンサ素子部分のエッチングガスからの損傷を防ぐために、センサ素子を覆うエッチングストップ層が必要になる。

【0020】

このドライエッチングに用いるエッチングガスは、プラズマ化された電子、プラスイオンなどからなる。このエッチングガスはエッチング孔および溝を垂直にエッチングして、最終的に該エッチング孔および溝を貫通エッチングしてエッチングストップ層に達する。このエッチングガスのうち電子は、エッチング孔および溝をエッチングするに当たり、直進するもの以外にエッチング孔および溝の側壁に照射するものもあって、エッチング孔および溝の側壁をマイナスに帯電させることになる。また、エッチングガスのうちプラスイオンは、エッチングが進行してエッチング孔および溝が貫通してエッチングストップ層に照射されると、該エッチングストップ層をプラスに帯電させる。そして、引き続きエッチングがエッチングストップ層に対して行われると、エッチングガスの直進するプラスイオンは、プラスに帯電しているエッチングストップ層のプラス電荷により反発され、かつ、マイナスに帯電しているエッチング孔および溝のマイナス電荷に吸引されて、エッチングストップ層と接しているエッチング孔および溝の側面部に湾曲して照射されて、ノッチを形成することになる。

【0021】

この発明は、このエッチングによるノッチの形成を防止するもので、通常シリコン酸化膜などの絶縁体により形成されているエッチングストップ層のプラスの帯電を防止するために、エッチングストップ層を導電性材料により形成する。こ

の導電性のエッチングストップ層は、前記エッチング孔および溝の側壁に帯電したマイナス電荷とエッチングストップ層に帯電したプラス電荷とを迅速に中和させる作用を果たす。したがって、導電性材料よりなるエッチングストップ層は、エッチングストップ層に照射されるエッチングガスのプラスイオンの電荷を中和させることになり、エッチング孔および溝内においてエッチングガスのプラスイオンの照射軌跡が湾曲することを防止して、ノッチの発生を防ぐことができる。

【0022】

請求項2に記載の発明は、素子基板の中央部の裏面側に凹部を形成すると共に表面側にメンブレンを形成する工程と、前記素子基板の凹部の天面に導電性材料からなるエッチングストップ層を設ける工程と、前記素子基板の裏面側を支持基板に接合する工程と、前記素子基板のメンブレンをドライエッチングして、センサ素子を形成する工程と、を含むものである。

【0023】

この発明においては、素子基板に設けた凹部の天面部のメンブレンをドライエッチングして、センサ素子を形成する際に、ドライエッチングが進行してエッチング孔および溝が導電性のエッチングストップ層に達すると、該エッチングストップ層がエッチングガスのプラスイオンの電荷を中和し、プラスイオンの照射の軌跡の曲がり防止して、エッチング孔および溝の側壁底部にノッチが形成されない。

【0024】

請求項3に記載の発明は、素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子を形成する外力検知センサの製造方法において、前記素子基板とこの素子基板を支えるダミー支持基板との間に、導電性材料からなるエッチングストップ層を介在させるものである。

【0025】

この発明は、素子基板とダミー支持基板との間に、導電性材料からなるエッチングストップ層を介在させて、素子基板を貫通エッチングする。エッチングが進行してエッチング孔および溝が貫通し、照射プラスイオンがエッチングストップ層に到達すると、照射プラスイオンはエッチングストップ層で中和されるので、

エッチング孔および溝の側壁底部にノッチが形成されない。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の外力検知センサの製造方法の第1実施例として、従来例と同様に、図15に示す角速度センサ10の製造方法について説明する。

【0027】

図1において、1は単結晶のシリコンよりなる素子基板である。RIE（反応性イオンエッチング）などのドライエッチング技術を用いて、素子基板1の裏面側の中央部に矩形状の凹部1aを形成すると共に、この凹部1aの天面部に厚みが50 μ mのメンブレン1bを形成する。

【0028】

図2において、素子基板1の凹部1aの天面に、蒸着、スパッタなどの成膜手段を用いて、約200nmの厚みを有し、アルミニウムからなるエッチングストップ層2を形成する。このエッチングストップ層2は、アルミニウムの他に、ニッケル、銅などの金属その他導電性樹脂などの導電性材料を用いてもよい。

【0029】

図3において、素子基板1の裏面に、パイレックスガラス基板よりなる支持基板3を陽極接合する。

【0030】

図4において、フォトリソグラフィ法およびRIEを用いて、素子基板1のメンブレン1bをドライエッチングして、図15に示す角速度センサ10のセンサ素子を形成する。このセンサ素子は、固定電極4a、5a、固定櫛歯電極3b、3c、振動体21などよりなる。また、4bは固定櫛歯電極3b、3cと振動体21との間に形成されたエッチング溝で、5bは振動体21の中に形成された長方形のエッチング孔である。

【0031】

図5において、沸化水素酸水溶液を用いて、アルミニウムよりなるエッチングストップ層2をウエットエッチングして除去する。これにより、振動体21などの可動部は凹部1a上にあって自由振動可能となる。

【0032】

本実施例においては、図4に示すように、素子基板1のメンブレン1bをドライエッチングしてセンサ素子を形成する際に、エッチング溝4bおよび孔5bの貫通エッチングが進行して、エッチングガスのプラスイオンがアルミニウムからなるエッチングストップ層2に達しても、アルミニウムの導電性のために、照射されたイオンはアルミニウムで中和される。したがって、エッチング溝4b、エッチング孔5b、エッチングストップ層2（アルミニウム）が照射プラスイオンにより帯電しないから、照射プラスイオンの軌跡が曲げられないので、エッチング溝4bおよび孔5bの側壁底部がイオンの照射を受けず、ノッチが発生することがない。

【0033】

また、凹部1aは、エッチング孔4bおよび溝5bが貫通しても、エッチングガスがエッチングストップ層2により遮蔽されるので、エッチングガスに曝されて損傷を受けることはない。また、このエッチングストップ層2は、それが一部破損してエッチングガスが凹部1a内に侵入したにしても、それがセンサ素子部分の裏面側に付着している限りにおいて、侵入したエッチングガスからセンサ素子部分を防御する作用を果たす。

【0034】

つぎに、図6～図9を参照して本発明の第2実施例の角速度センサの製造方法について説明する。

【0035】

図6において、スパッタ法を用いて、シリコンよりなる素子基板11の裏面に、厚みが200nmのアルミニウムの導電性材料よりなるエッチングストップ層12を成膜する。

【0036】

図7において、素子基板11とダミー支持基板13とを、エッチングストップ層12の面側を接着面にして、フォトレジスト14を接着剤として貼り合わせる。

【0037】

図8において、フォトリソグラフィ法およびRIEを用いて、素子基板11をドライエッチングしてセンサ素子11a～11cなどを形成する。11dはセンサ素子11aと11cとの間に形成されたエッチング溝で、11eはセンサ素子11cの中に形成されたエッチング孔である。

【0038】

本工程において、素子基板11をドライエッチングしてセンサ素子11a～11cなどを形成する際に、エッチング溝11dおよび孔11eの貫通エッチングが進行して、エッチングガスのプラスイオンがアルミニウムからなるエッチングストップ層12に達しても、アルミニウムの導電性のために、照射されたイオンはアルミニウムで中和される。したがって、エッチング溝11dおよび孔11eの底部のアルミニウム（エッチングストップ層2）が照射プラスイオンにより帯電しないから、照射プラスイオンの軌跡が曲げられないので、エッチング溝11dおよび孔11eの側壁底部がイオンの照射を受けず、ノッチが発生することがない。

【0039】

ついで、図9において、図8に示す加工体をアセトン溶液に浸漬してフォトレジスト14を溶解して、センサ素子11a～11c（エッチングストップ層12を含む）とダミー支持基板13とを剥離する。ついで、センサ素子11a～11c（エッチングストップ層12を含む）を沸化水素酸水溶液に浸漬して、エッチングストップ層12をエッチングして除去する。

【0040】

本実施例においては、素子基板11と支持基板13とを、エッチングストップ層12の面側を接合面として、フォトレジストにより接着したが、導電性樹脂などの導電性接着剤をエッチングストップ層として用いることにより、素子基板とダミー支持基板とを直接接着することができて、アルミニウムなどの導電性金属を用いる必要がなくなる。

【0041】

【発明の効果】

請求項1に記載の発明は、エッチングストップ層に導電性材料を用いているの

で、エッチングガスのプラスイオンが迅速に中和されて、該プラスイオンの照射軌跡が曲がらず、ノッチの発生が防止されて、断面が表裏均等なセンサ素子部分を形成することができ、検出感度の一定した外力検知センサを製造することができる。

【0042】

請求項2に記載の発明は、エッチングガスの照射によりエッチング孔および溝の側壁底部にノッチが形成されないので、断面が表裏均等なセンサ素子部分を形成することができ、検出感度の一定した外力検知センサを製造することができる。

【0043】

請求項3に記載の発明は、エッチングガスの照射によりエッチング孔および溝の側壁底部にノッチが形成されないので、断面が表裏均等なセンサ素子部分を形成することができ、検出感度の一定した外力検知センサを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の外力検知センサの製造方法の第1実施例を示すもので、素子基板をエッチング加工して凹部とメンブレンを形成する工程図

【図2】 素子基板の凹部にエッチングストップ層を形成する工程図

【図3】 素子基板と支持基板とを陽極接合する工程図

【図4】 素子基板のメンブレンをエッチング加工してセンサ素子を形成する工程図

【図5】 エッチングストップ層をエッチングして除去する工程図

【図6】 本発明の外力検知センサの製造方法の第2実施例を示すもので、素子基板にエッチングストップ層を形成する工程図

【図7】 素子基板とダミー支持基板とをエッチングストップ層の面側で貼り合わせる工程図

【図8】 素子基板をエッチング加工してセンサ素子を形成する工程図

【図9】 センサ素子からフォトレジスト、ダミー支持基板およびエッチングストップ層を除去する工程図

【図 1 0】 従来の外力検知センサの製造方法を示すもので、素子基板を加工して凹部とメンブレンを形成する工程図

【図 1 1】 素子基板の凹部にエッチングストップ層を形成する工程図

【図 1 2】 素子基板と支持基板とを陽極接合する工程図

【図 1 3】 素子基板のメンブレンを加工してセンサ素子を形成する工程図

【図 1 4】 エッチングストップ層をエッチングして除去する工程図

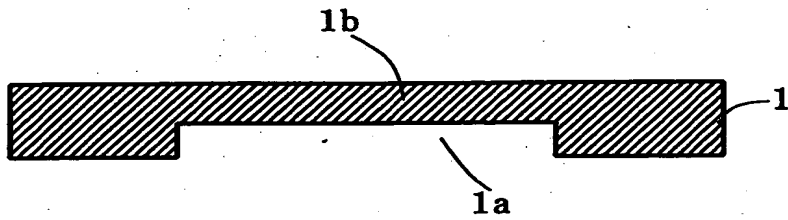
【図 1 5】 本発明と従来の外力検知センサの製造方法により製造された角速度センサの平面図

【符号の説明】

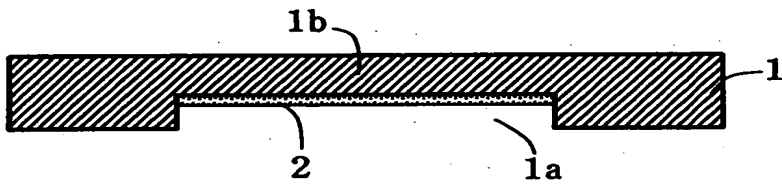
1、1 1	素子基板
1 a	凹部
1 b	メンブレン
2、1 2	エッチングストップ層
3、1 3	支持基板
3 b、3 c	固定櫛歯電極
4 a、5 a	固定電極
4 b、1 1 d	エッチング溝
5 b、1 1 e	エッチング孔
1 1 a ~ 1 1 c	センサ素子
1 4	フォトレジスト
2 1	振動体

【書類名】 図面

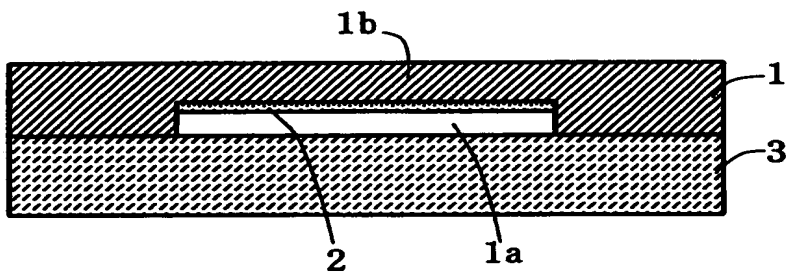
【図 1】



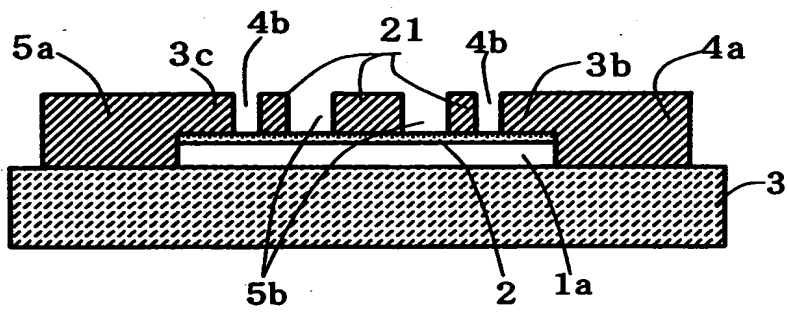
【図 2】



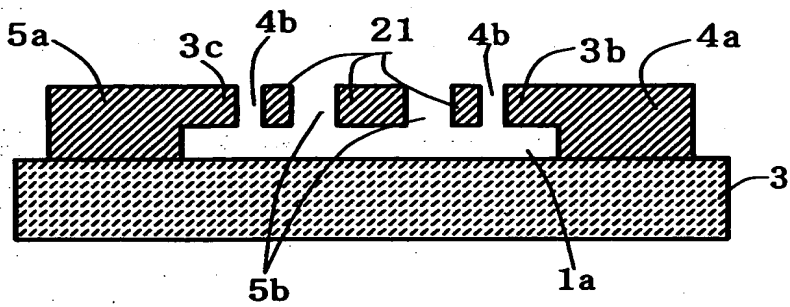
【図 3】



【図 4】



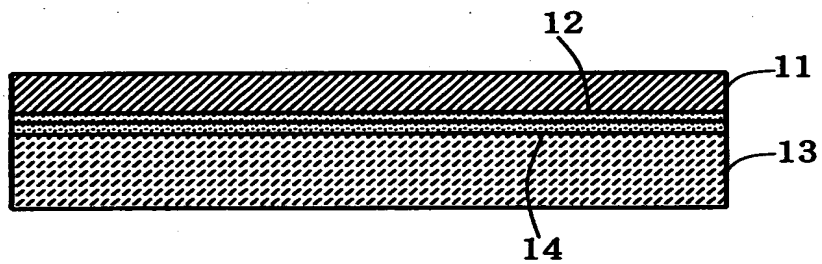
【図 5】



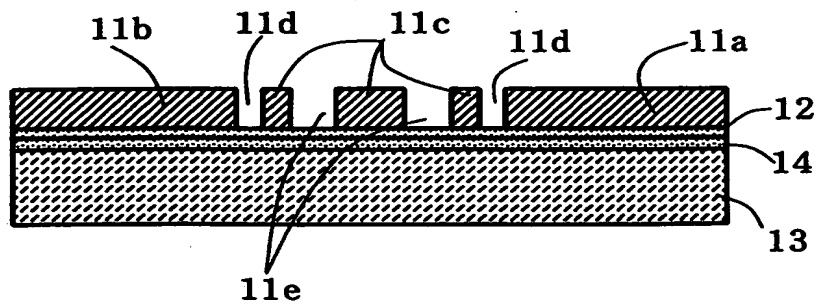
【図 6】



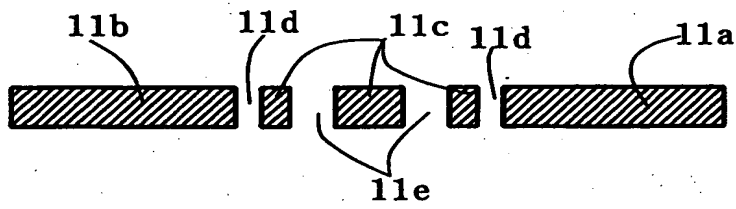
【図 7】



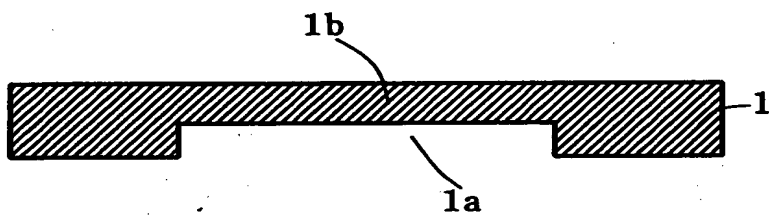
【図 8】



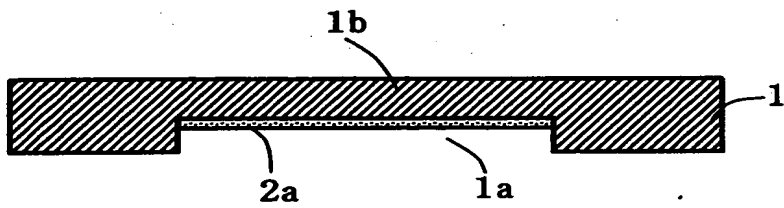
【図 9】



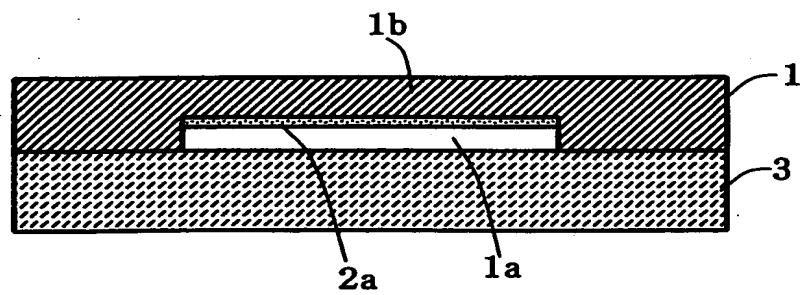
【図 10】



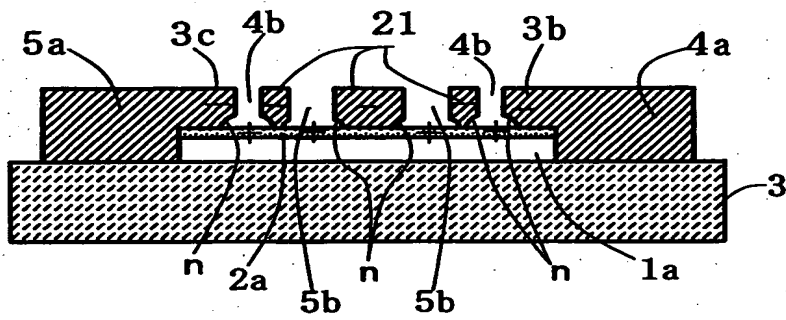
【図 11】



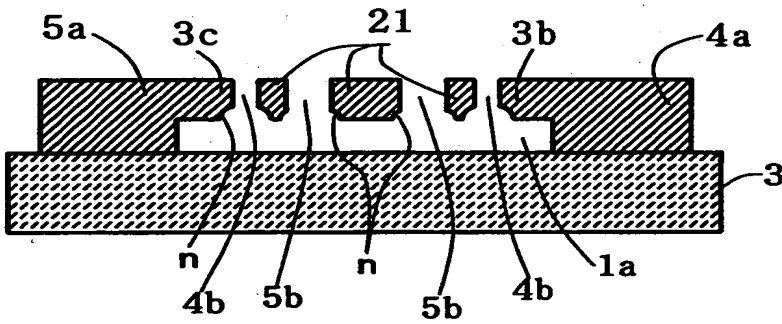
【図 12】



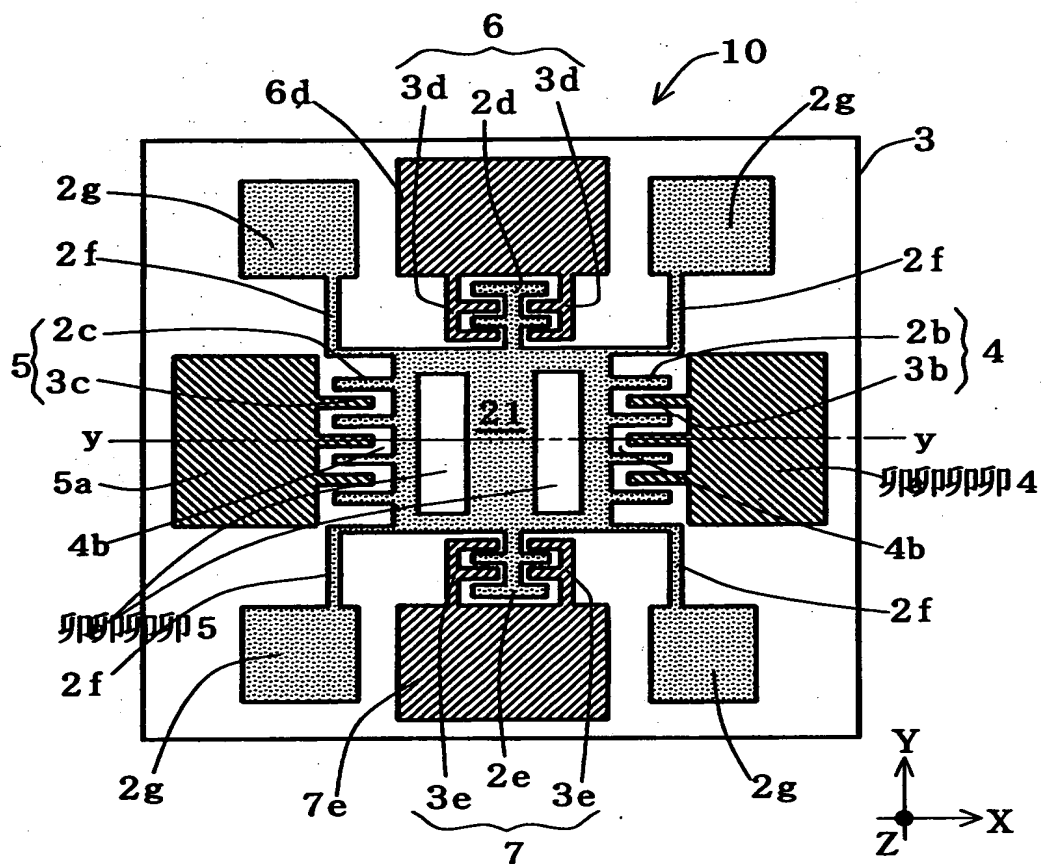
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エッチングガスによるノッチの形成を防止して、出力感度の一定した外力検知センサの製造方法を提供する。

【解決手段】 素子基板を貫通ドライエッチングしてセンサ素子 3 b、3 c、4 a、5 a、21などを形成する外力検知センサの製造方法において、素子基板のドライエッチングに用いるエッチングストップ層 2として導電性材料を用いることを特徴とする外力検知センサの製造方法。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名 株式会社村田製作所